Aus dem Strahlen-Institut (Prof. Dr. Voltz)
der Universitäts-Frauenklinik München
Vorstand: Prof. Dr. Heinrich Eymer

# Die neueren Forschungsergebnisse über den Wirkungsmechanismus elektrischer Wellen

## Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

HANS STURM
Velden a. d. Vils

MÜNCHEN 1938

Buchdruckerei L. Mößl, Inh. Fritz & Joseph Vogtrieder, München 15, Hermann Linggstr. 12

Aus dem Strahlen-Institut (Prof. Dr. Voltz)
der Universitäts-Frauenklinik München
Vorstand: Prof. Dr. Heinrich Eymer

# Die neueren Forschungsergebnisse über den Wirkungsmechanismus elektrischer Wellen

## Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

HANS STURM
Velden a. d. Vils

MÜNCHEN 1938

Buchdruckerei L. Mößl, Inh. Fritz & Joseph Voglrieder, München 15, Hermann Linggstr. 12

Referent: Prof. Dr. Heinrich Eymer

Derz. Dekan: Prof. Dr. Broemser

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

MEINEM VATER

IN DANKBARKEIT GEWIDMET

# DISPOSITION

A. Einleitung
Historische Entwicklung der Anwendung elektrischer Wellen

B. Ausführung

I. Diathermie. Bau der Apparate

II. Kurzwellen

1. Bau der Apparate
   a) Funkenstreckenapparate
   b) Röhrenapparate
   c) Elektroden
2. Physikalischer Wirkungsmechanismus der Kurzwellen
   a) Nutzleistung der Apparate
   b) Stellung und Größe der Elektroden
   c) Wirkung im Objekt
   Stromverteilung, selektive Wirkung, Wellenlängenabhängigkeit
3. Biologisch spezifische Wirkungen?
4. Dosierung und Behandlungszeit
5. Schädigungen durch Kurzwellen
6. Allgemeinwirkungen auf Menschen und Tiere
7. Therapeutische Ergebnisse

C. Schluß. Noch zu lösende Fragen.

Mit Hilfe des Gleichstroms und niederfrequenten Wechselstroms ist es nicht möglich, dem menschlichen Körper höhere Stromstärken zum Zwecke der therapeutischen Ausnützung der Widerstandswärme zuzuführen, da hierdurch starke Reizwirkungen an den Nervenzellen hervorgerufen werden. Es hat sich gezeigt, daß oberhalb bestimmter Stromfrequenzen (100000 Hertz) diese Reizwirkungen wegfallen. Sie entstehen nach Nernst durch Veränderung der Ionenkonzentration an den Membranen der Nervenzellen. Da für diese Veränderungen eine gewisse Latenzzeit besteht, würden die hochfrequenten Ströme diese Latenzzeit unterschreiten und so die Reizwirkungen umgangen.

Tesla schlug als erster die Anwendung elektrischer Hochfrequenzenergie in der Biologie vor. Er verwendete Ströme mit verhältnismäßig hoher Spannung und geringer Stromstärke. Daraufhin versuchte d'Arsonval 1899 das magnetische Feld innerhalb großer Spulen therapeutisch auszunützen (Autokonduktion). v. Zeyneck und unabhängig davon Nagelschmidt verminderten die Spannung und erhöhten die Stromstärke 1898. Sie begründeten damit die Diathermie (Thermopenetration nach v. Zeyneck). Von da begannen die Bestrebungen, immer hochfrequentere Ströme anzuwenden. Gosset, Gutmann und Lakhorsky haben 1924 biologische Versuche mit einem Apparat gemacht, der Wellenlängen von etwa 2 m erzeugte. Schereschewsky benützte zur Erzeugung der elektrischen Schwingungen eine Senderröhre und studierte als erster die Wirkungen im Kondensatorfeld. Schliphake begann seine

Arbeiten zusammen mit Prof. Esau 1926 über den Wirkungsmechanismus sehr hochfrequenter Wellen. Daran haben sich die Arbeiten vieler anderer Autoren gereiht.

Zunächst fand die Ausnützung von Hochfrequenzströmen zur Erzeugung von Wärmewirkungen im Organismus in Form der Diathermie allgemeine Anwendung in der ärztlichen Praxis. Die Stromschwingungen werden mittels Funkenstrecken erzeugt, man verwendet für die Diathermie Wellenlängen zwischen 300—400 m, was 800 000—1 000 00 Schwingungen pro sec. entspricht.

Der Bau eines Diathermieapparates ist kurz folgender: Der Strom eines Wechselstromnetzes wird durch einen Transformator auf eine Spannung von 1000—2000 Volt gebracht und so dem Erregerkreis zugeleitet. Dieser ist ein elektrischer Schwingungskreis bestehend aus einem Kondensator und einer Selbstinduktion. Die eingeschaltete Funkenstrecke erzeugt durch dauernde Stromunterbrechung die elektrischen Schwingungen. Als Funkenstrecke verwendet man die sog. Löschfunkenstrecke. Sie besteht aus mehreren hintereinandergeschalteten Metallklötzen mit Rippen, isoliert voneinander durch Glimmerringe mit Ausnahme einer kleinen Stelle in der Mitte für den Funkenübergang. Durch ausgiebige Kühlung und geringen Abstand der Funkenelektroden ist es möglich, hoch frequente, allerdings gedämpfte Schwingungen zu erhalten. Die Schwingungen des Erregerkreises werden induktiv auf einen zweiten Schwingungskreis, den Therapiekreis übertragen, seine Schwingungen werden dem Patienten direkt mittels Elektroden zugeleitet.

Die erzielte Stromstärke kann bis zu 3—5 Amp. betragen, die Spannung einige hundert Volt. Die Stromstärke wird meist dadurch reguliert, daß man die induktive Kopplung zwischen Erreger- und Therapiekreis ändert.

Die Elektroden sind Bleiplatten und müssen dem Körper unmittelbar anliegen. Bei Verwendung großer Plattenlektroden kann man bei Diathermie eine hohe Leistung erzielen. Ein Nachteil der Diathermiebehandlung ist eine ungleichmäßige Verteilung der Stromlinien und damit eine ungleichmäßige Erwärmung im Gewebe, da der Diathermiestrom den Jouleschen Gesetzen folgt und so hauptsächlich gut durchblutete Gewebe durchläuft und solche mit hohem Widerstand umgeht.

Zwischen Diathermie und Kurzwellentherapie steht die Kurzwellendiathermie. Hierbei werden mittels gut arbeitender Löschfunkenstrecken erzeugte hohe Schwingungen bis zu 30-Iom Wellenlänge angewendet.

Die Kurzwellentherapie unterscheidet sich nicht nur durch die Verwendung sehr kurzer Wellen, sondern auch durch die Behandlung im Kondensatorfeld.

Kowarschik bezeichnet die Wellen unter 100 m als Kurzwellen, andere solche unter 30 m; Schliephake nennt Wellen unter 10 m Ultrakurzwellen.

Es haben sich einschneidende Unterschiede in der Anwendung der Diathermie und der Kurzwellen ergeben.

Die Erzeugung der Wellen bei den Kurzwellenapparaten geschieht mittels Löschfunkenstrecken oder mittels Röhrensender. Ein Löschfunkenstreckenapparat gleicht im wesentlichen einem Diathermieapparat, nur daß im Erregerkreis Spannungen von 3000 bis 4000 Volt benützt werden. Zur Erzeugung der Schwingungen dienen 10—20 hintereinandergeschaltete Funkenstrecken mit einem Funkenelektrodenabstand von Bruchteilen eines Millimeters, letztere sind aus schwer schmelzbarem Metall wie Wolfram. Die Kühlung erfolgt durch Kühlrippen und Ventilatoren. Erreger- und Therapiekreis sind meist induktiv gekoppelt. Die Stromschwingungen werden nicht direkt auf den Patienten übertragen, sondern dieser befindet sich zwischen zwei isolierten Metallplatten im Kondensatorfeld. Die Abstimmung erfolgt entweder durch einen verstellbaren Kondensator oder durch eine veränderliche Selbstinduktion. Der Transformator ist durch zwei Drosselspulen vom Generatorkreis abgeriegelt. Vorgeschaltete Kondensatoren schützen den Patienten vor der niederfrequenten Hochspannung des Transformators.

In neuerer Zeit werden vielfach Apparate hergestellt, die an Stelle der Funkenstrecken mit Röhrensendern arbeiten. Stieböck wandte sie schon 1925 an, er konnte damit zwar hohe Schwingungsfrequenzen, aber nur geringe Leistung erzielen. Mittels der Röhrensender erhält man ungedämpfte Wellen. In eine Elektronenröhre wird zwischen Anode und Kathode ein Gitter eingeschaltet, das abwechselnd positiv und negativ geladen wird. Dadurch wird der von der Glühkathode ausgehende Anodenstrom abwechselnd verstärkt und unterbrochen. Der Anodenstrom arbei-

tet so gut wie trägheitslos wegen der geringen Masse der Elektronen. So gelingt es, die ungedämpften Schwingungen zu erzielen. Die Gitterröhre wird nun so in den primären Schwingungskreis eingeschaltet, daß dieser selbst in der Frequenz seiner eigenen Schwingungen die Ein- und Ausschaltung des durch die Röhre laufenden Elektronenstroms besorgt. Es geschieht dies durch induktive Kopplung des primären Schwingungskreises mit dem Gitterkreis, der innerhalb der Röhre vom Gitter zur Kathode verläuft. Man nennt diese Schaltung Meißnersche Rückkopplung. Hierbei nehmen aber die Leistungen unterhalb einer Wellenlänge von 6 m stark ab. Für sehr kurze Wellen muß die Kapazität und die Selbstinduktion stark verkleinert werden, als Kapazität genügt dann schon die innere Kapazität der Röhre, als Selbstinduktion ein einfacher Metallbügel. Die Esausche Schaltung wird diesen Verhältnissen gerecht. Der primäre Schwingungskreis wird hier durch Gitter, Anode und Induktionsspule mit wenig Windungen gebildet. Um die Wellenlänge zu ändern, muß man mehr oder weniger Windungen der Spule einschalten können.

Nun der Gesamtbau eines Röhrenapparates.

Meist wird Wechselstrom verwendet, da dieser leicht auf hohe Spannung zu bringen ist. Hierbei kann aber immer nur eine Halbwelle des Stroms wegen der Ventilwirkung der Röhre zur Verwendung kommen, sodaß man Ströme mit Pausen erhält, außer man richtet den Strom vorher durch Gleichrichterröhren gleich oder verwendet zwei Röhren in Gegentaktschaltung (Ultra-Pandoros). Man benötigt zwei Transformatoren, einen Spannungs- und einen Heiztransformator (16 Volt). Der eine Pol der Hochspannungsquelle ist über die Induktionsspule des primären Schwingungskreises mit der Röhrenanode verbunden, der andere liegt an der Glühkathode. Vor dem Gitter ist ein Blockkondensator angebracht, damit der niederfrequente Strom nicht in das Gitter einbricht. Der Heizfaden der Kathode wird durch die andere Stromquelle zum Glühen gebracht. Zwischen Anode und Gitter ist ein sehr hoher Widerstand eingeschaltet, der sog. Gitterableitungswiderstand. In die beiden Enden des Heizfadens sowie an die Zuleitung zur Anode sind Drosselspulen eingebaut, damit keine Hochfrequenzenergie aus dem Schwingungskreis abfließt. Sie müssen auf die

Wellenlänge des Schwingungskreises abgestimmt sein. Der Behandlungskreis ist mit einem Generatorkreis induktiv gekoppelt und durch ein Lechersystem mit ihm verbunden, um den Therapiekreis beweglich zu machen. Das ist eine Verlängerung des Therapiekreises durch zwei parallel laufende Drähte, sie werden durch einen parallel geschalteten Kondensator und zwei symmetrisch angeordnete Induktionsspulen abgestimmt. Auch eine sog. Speiseleitung nach Tomberg mit einem einzigen Draht kann man an Stelle des Lechersystems benutzen.

Bei den Kurzwellenapparaten müssen die Hochspannung führenden Teile gut gesichert sein. Der Apparat soll nur durch Werkzeuge zu öffnen sein, der Strom soll sich dabei automatisch ausschalten.

Als Elektroden verwendet man starre (nach Schliephake) und biegsame. Die starren Elektroden sind in einem Glasgehäuse unter Luftabstand verschieblich und fixierbar eingebaute Metallplatten. Zum Halten der Elektroden muß man eigene Stative haben. Die weichen Elektroden sind biegsame Metallbleche, die mit Weichgummi isoliert sind. Der Luftabstand zwischen ihnen und der Haut wird durch Zwischenlagen von durchlochten Filzstreifen hergestellt. Es gibt auch besonders geformte Spezialelektroden wie gekrümmte und paraboloide und eigene Rectal- und Vaginalelektroden. Kowarschik hat auch eine Behandlung im Spulenfeld mittels einer besonderen Binde angegeben, die z. B. um Extremitäten herumgelegt wird.

Der Wirkungsmechanismus der Kurzwellen ist gekennzeichnet durch die physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Verteilung des elektrischen Feldes und seiner Stärke. Ein greifbares Maß dafür bildet die Erwärmung. Für die Feldstärke und Verteilung sind maßgebend: Die Nutzleistung der Apparate und die Art ihrer Wellenerzeugung, die Elektrodengröße und ihre Lage zum Objekt und das Verhalten des Objekts im Kondensatorfeld in Beziehung zur Wellenlänge.

Die Funkenstreckenapparate erzeugen gedämpfte Wellen und haben bei gleicher Energieaufnahme wie die Röhrenapparate eine geringere Nutzleistung. Die Röhrenapparate erzeugen bei Gleichstrombetrieb fast pausenlose ungedämpfte Wellen. In der thera-

peutischen Anwendung werden jedoch von den meisten Autoren keine Unterschiede zwischen Röhren- und Funkenstreckenapparaten angegeben. Die Nutzleistung der Apparate hängt auch vor allem ab von ihrer Größe und ihrem Bau, der Zahl der Funkenstrecken bzw. der Zahl und Größe der Röhren. Mit großen Apparaten ist eben eine größere Leistung zu erzielen. Ein guter Apparat soll mindestens 200—400 Watt Leistung haben.

Es ist vorläufig noch nicht entschieden, ob besser Apparate mit verstellbarer oder fester Wellenlänge zu gebrauchen sind. In letzter Zeit geht die Bestrebung dahin, eine möglichst kleine Wellenlänge zu verwenden. Allerdings nimmt die Leistung bei kleiner werdender Wellenlänge stark ab. Bei 6 m Wellenlänge kann man aber mit guten Apparaten noch eine hinreichende Leistung erzielen.

Welchen Einfluß haben nun die Elektroden auf die Feldverteilung? Bei nah anliegenden Elektroden findet eine Streuung der Feldlinien nach außen statt, sodaß in der Mitte des Objekts wenig Felddichte vorhanden ist. Da die Erwärmung des Gewebes mit dem Quadrat der Felddichte wächst, ist diese von großem Einfluß. Um die Feldlinien gerade zu richten und damit eine Tiefenerwärmung zu bekommen, muß man entweder große Elektroden im Vergleich zum Objekt verwenden oder man bringt die Elektroden in einen gewissen Abstand von der Haut. Bei großem Abstand kann man sogar in der Tiefe eine größere Erwärmung als an der Oberfläche bekommen, die Tiefenwirkung wird damit größer als 100 %. Will man mehr eine Oberflächenwirkung haben, dann kann man auch eine Elektrode nahe an die Haut, die andere entfernt davon anbringen. Um punktförmige Wärmewirkungen zu erzielen, verwendet man kleine sog. aktive Elektroden, gegenüber eine größere, dadurch verdichten sich die Feldlinien auf der Seite der kleinen Elektrode. Gebbert studierte diese Abhängigkeit der Erwärmung an Brotmodellen.

Die Erwärmung eines Objekts im Kurzwellenfeld hängt auch weitgehend von dessen Widerstandsverhältnissen ab. Es ist hierbei ein bedeutender Unterschied im Vergleich mit den Verhältnissen bei der Diathermie vorhanden. Bei der Diathermie durchfließt den Körper ein reiner Leitungsstrom, die Erwärmung hängt nur vom Ohmschen Widerstand ab. Bei der Kurzwellentherapie

befindet sich der Körper im Kondensatorfeld als Dielektrikum. Es hat sich gezeigt, daß sich hierbei die Erwärmung nicht nach dem Ohmschen Gesetz richtet, sondern besondere Verhältnisse hier maßgebend sind.

Wäre das Dielektrikum ein gut leitender Körper, dann würde ihn der Strom als reiner Leitungsstrom durchsetzen, es würde infolge des geringen Widerstandes keine Erwärmung eintreten. Bei guten Leitern sind die elektrischen Teilchen frei beweglich und es findet eine Wanderung der negativen Ionen zum positiven Pol und umgekehrt statt. Wäre das Dielektrikum ein Isolator, dann ginge der Strom als reiner sog. Verschiebungsstrom durch, d. h. es findet eine sog. dielektrische Polarisation der Ionen und Moleküle, eine Drehung ihrer positiven Valenz nach dem negativen Pol und umgekehrt statt. Praktisch entsteht dabei ebenfalls keine Wärme, nur bei sehr kurzen Wellenlängen macht sich die Polarisation in einem gewissen Energieverbrauch bemerkbar. Der menschliche Körper wirkt im elektrischen Feld ähnlich wie ein Halbleiter, ein Elektrolyt. Es durchfließt ihn z. T. ein Leitungs-, z. T. ein Verschiebungsstrom. Der Anteil des Leitungsstroms hängt ab von der Leitfähigkeit, der des Verschiebungsstroms von der Dielektrizitätskonstante, das ist jene Zahl, die angibt, um wieviel größer die Kapazität eines Kondensators wird, wenn man an Stelle von Luft diesen Stoff als Dielektrikum setzt (Luft = 1). Durch den Verschiebungsstrom werden auch schlecht leitende Körper überbrückt. Interessant ist nun, daß der Anteil am Verschiebungsstrom auch von der Wellenlänge abhängig ist, er wird größer mit kleiner werdender Wellenlänge.

Die Kenntnis von den Wärmeverteilungsverhältnissen im Kondensatorfeld verdanken wir verschiedenen experimentellen Arbeiten von Schliephake, Pätzold und anderen. Schliephake brachte verschieden konzentrierte Kochsalzlösungen in ein Kurzwellenfeld und fand, daß sich eine bestimmte Lösung am meisten erwärmte. Pätzold bestätigte dies und zeigte weiter die Abhängigkeit der Erwärmung von der Leitfähigkeit, es trat bei verschiedenen Elektrolyten bei gleicher Leitfähigkeit ein Maximum der Erwärmung ein. Pätzold war es auch, der weiterhin feststellte, daß die Wellenlänge einen großen Einfluß auf die Erwärmung hat. Die Tatsache, daß eine bestimmte Wellenlänge aus verschiedenen Elektrolyten einen

durch maximale Erwärmung herausgreift (optimale Wellenlänge), hat man die selektive Wirkung der Kurzwellen genannt. Nach Pätzold, Burstyn, Mc Lenan und Burton ist jene Wellenlänge die optimale, für die die elektrische und dielektrische Leitfähigkeit, d. h. der Anteil an Leitungs- und Verschiebungsstrom gleich sind. Für menschliche Gewebe liegt die optimale Wellenlänge unterhalb 20 m (Kowarschik Blut, Ascites 4 m, Gehirn 16 m, Knochen, Lunge 28 m). Allgemein ist zu sagen, daß bei kleiner werdender Wellenlänge eine geringere Erwärmung eintritt, da hierbei der Anteil an wenig Wärme erzeugendem Verschiebungsstrom größer wird. Pflomm konnte zeigen, daß sich saure Gemische mehr erwärmen als alkalische. Die selektive Wirkung der Kurzwellen tritt durch verschiedene Versuche klar hervor. Schliephake und Kochler haben Wasser, tierisches Fett und Kochsalzlösung in konzentrisch ineinander gestellten Dialysierhülsen mit Diathermie und Kurzwellen behandelt und festgestellt, daß bei der Diathermie sich hauptsächlich das außen gelegene Wasser stark erwärmte, die innen gelegenen Schichten fast nicht, dagegen erwärmte sich bei der Kurzwellendurchflutung die innen gelegene Kochsalzlösung am meisten. Kowarschik machte einen demonstrativen Versuch mit kleinen Fischen, die er im Wasserbad durchflutete; er konnte bis zum Tod der Tiere einen Temperaturunterschied bis zu 11 Grad C feststellen, der sich bei weiterer Durchflutung bis zu 55 Grad steigerte. Menschliche und tierische Gewebe unterscheiden sich in ihrem Verhalten im Kurzwellenfeld von einfachen Elektrolyten durch ihren Gehalt an Kolloiden und ihren strukturellen Aufbau. Sicher spielt auch im Organismus die selektive Wirkung auf einzelne Zellkomplexe, Bakterien usw. eine Rolle, sie ist aber noch nicht praktisch verwertbar. Theoretisch müßte wohl die Errechnung der optimalen Wellenlänge möglich sein, die Dielektrizitätskonstante von menschlichen Geweben bewegt sich nämlich ziemlich konstant um 80 herum, doch ändert sich nach Kowarschik die Leitfähigkeit im Gewebe und damit die Dielektrizitätskonstante besonders auch mit der Frequenz des Stromes. Diese vitale Änderung wird als Dispersion bezeichnet. Schäfer und Rawesky haben versucht, die optimale Wellenlänge zu errechnen, sind aber zu einem negativen Ergebnis gekommen, da im menschlichen Körper keine eindeutige Korrelation zwischen Leitfähigkeit, Dielektrizitäts-

konstante und Wellenlänge bestehe. Sie durchfluteten drei Schichten hintereinander. Schäfer nannte das Verhältnis zwischen der gewollten maximalen Energie einer bestimmten Schicht zu der Summe der anderen ungewollten Energien Selektivitätsfaktor. Er fand, daß dieser Faktor bei kürzer werdender Wellenlänge immer größer wurde, wenn die Leitfähigkeit der max. auszudosierenden Schicht die größte von allen dreien ist, wenn diese Leitfähigkeit die kleinste ist, dann wirkte eine möglichst lange Wellenlänge optimal und wenn die Leitfähigkeit der zu bestimmenden Schicht in der Mitte zwischen beiden liegt, ergab sich eine bestimmte maximale Wellenlänge nach dem Gesetz: Wellenlänge = k mal spez. Widerstand mal Dielektrizitätskonstante. Schäfer und Rajewsky machten auch systematische Bestimmungen der Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstanten verschiedener menschlicher und tierischer Gewebe, konnten aber keine brauchbaren selektiven Effekte erzielen. Sie halten die Forderung nach einer möglichst kurzen Wellenlänge für berechtigt.

Nun hat sich auch beweisen lassen, daß nicht nur der Elektrodenabstand, sondern auch die Wellenlänge einen großen Einfluß auf die Tiefenwirkung hat, die den besonderen Unterschied der Kurzwellenbehandlung von der Diathermie ausmacht. Je kürzer die Wellenlänge um so besser die Tiefenwirkung. Da, wie schon erwähnt, die kapazitive Komponente des Stroms (Verschiebungsstrom) bei kürzer werdender Wellenlänge größer wird, findet eine kapazitive Überbrückung auch der kleinsten (Zellmembran) Widerstände und somit eine makroskopische und mikroskopische Gleichrichtung des Stroms statt. Nach Schäfer verbraucht Blut 20 mal so viel Energie bei der Kurzwellendurchflutung als bei Diathermiebestrahlung. Den Unterschied zur Diathermie zeigen auch die verschiedenen Versuche an einzelnen Geweben. Es wurde Fett, Haut, Leber, Gehirn und Muskel mit Diathermie und Kurzwellen behandelt. Durch die Diathermie wurde Fett und Knochen im Abstand viel mehr erwärmt (hoher Ohmscher Widerstand) als die anderen Gewebe, durch Kurzwellen wurden mehr gleichmäßige Wärmewerte erzielt. Nach Gebbert ist die Erwärmung bei 3 m Wellenlänge am gleichmäßigsten, nach Schereschewsky wird dies unter 3 m noch besser. Ein besonderer Unterschied zeigt sich bei Versuchen an schichtweise angeordneten Gewebsteilen, wobei

eben die Tiefenwirkung hervortritt. Der Diathermiestrom meidet einfach die Gewebe mit hohem Widerstand, wie z. B. Knochen, und erwärmt am meisten gut durchblutete Gewebe, während der Kurzwellenstrom alle Gewebe durchsetzt (Versuch von Schliephake am Hundebein). Besonders auffallend sind diese Verhältnisse bei Behandlung des Schädels. Der Diathermiestrom läuft um das Schädeldach herum, während die Kurzwellen dies durchsetzen und auch auf das Gehirn einwirken. Schliephake machte auch Temperaturmessungen am lebenden Menschen mit einer Thermonadel, die er mittels eines Magenschlauches in Ösophagus und Magen einführte, und stellte so die Tiefenerwärmung durch die Kurzwellen fest.

Um den Verhältnissen in menschlichen Geweben näher zu kommen, wurde auch das Verhalten von Emulsionen und kolloidalen Lösungen im Kurzwellenfeld studiert. Esau hat Paraffinöl mit Sodalösung gemischt. Die Sodalösung kam im K. W. - Feld schon weit unter 100 Grad zum Sieden, nach Kowarschik erwärmen sich kleinste Teilchen einer Sodalösung mehr als die Sodalösung im ganzen, er schließt daraus, daß die Erwärmung eines Körpers auch von seiner Größe und Form abhängt, z. B. welkten wasserreiche Pflanzen sofort bei der Behandlung, da sich das fein verteilte Wasser sofort erhitzt. Eiweißlösungen gerinnen im Kondensatorfeld rascher als im Wasserbad. Kowarschik nimmt hierbei eine selektive Wirkung auf die Eiweißmoleküle an, die sich rascher erwärmten, das Thermometer zeigte dabei die Temperatur des Wassers an. Es ist wahrscheinlich, daß im Organismus auch eine stärkere Erwärmung der Moleküle stattfindet. Schliephake und Schereschewsky untersuchten das Verhalten von Blut im Kondensatorfeld, die roten Blutkörperchen erwärmten sich dabei stärker als das Serum. Nach Haase und Schliephake starben Bakterien bei der Durchflutung schneller als im Wasserbad. Kowarschik und Weiß nehmen ebenfalls eine selektive Erwärmung der Bakterien an, sodaß der Nährboden z. Zt. des Absterbens derselben noch eine niedrigere Temperatur hat. Die selektive Wirkung auf Gewebszellen wurde von Ostertag histologisch nachgewiesen. Er konnte durch Wellenlängen von 3,3—3,5 m bei Kaninchen Zerstörungen bestimmter Ganglienzellen hervorrufen, bei 4 — 6 m Wellenlänge sah er nur diffuse Veränderungen.

Liebesny und Stiebök, auch fast alle französischen Forscher vertreten wie schon d'Arsonval die Ansicht, daß es sich bei der Kurzwellenbehandlung um sog. spezifisch biologische Wirkungen handle. Liebesny hat den Begriff der athermischen Behandlung geprägt. Alle anderen Autoren glauben, daß nur spezifische Wärmewirkungen in Frage kommen, einige lehnen aber die Möglichkeit von besonderen biologischen Wirkungen nicht ab. Liebesny behandelt so, daß die Kranken keine oder nur geringe Wärmewirkungen spüren, die Hauttemperatur soll weit unter 1 Grad C bleiben allerdings bei weitem Elektrodenabstand. Viele Autoren halten den Begriff athermische Behandlung nicht für berechtigt, sie geben höchstens eine schwach thermische Behandlung zu. Nach Kowarschik gibt es Wärmewirkungen, die nicht von Temperaturerhöhungen begleitet zu sein brauchen, es kann ein dauernder Ausgleich zwischen der gebildeten Wärme und dem Blutstrom stattfinden, trotzdem ist dann ein gesteigerter Wärmeaustausch verbunden mit einem starken Gewebsreiz vorhanden.

Groag und Tomberg haben mittels besonderer Thermoelemente genaue Temperaturmessungen an und unter der Haut vorgenommen. Sie fanden, daß bei 6 cm Elektrodenabstand die Hauttemperatur sogar um 0,3—0,5 Grad C absinkt, die Tiefentemperatur dagegen erhöht ist. Das Absinken der Temperatur erklären sie entweder als Verdunstungskälte oder als antagonistische Reaktion der oberflächlichen Blutgefäße. Bei 2,3—3,4 Grad Hauttemperatur war gerade ein angenehmes Wärmegefühl vorhanden, die sich bei 5—6 Grad zu unangenehmen Hitzegefühl steigerte. Beide Autoren haben auch vergleichende Temperaturmessungen bei Diathermie und Solluxlampenbestrahlung gemacht und fanden, daß die Wärmedosierung der Kurzwellen nicht von der anderer Heilmethoden abweicht. Als Beweise für die biologischen Wirkungen werden angeführt: Veränderungen der Viskosität des Blutserums (Recknagel und Schliephake), Veränderung der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen (Schliephake und Tomberg), Steigerung der Phagocytose (Jorns), Veränderungen der Oberflächenspannung (Schliephake, Compere). Diese spez. biologischen Wirkungen stellt man sich als Veränderungen des Dispersionsgrades kolloidaler Lösungen, elektrische Ladungen oder Umladungen von Kolloiden vor, manche nehmen sogar Veränderun-

gen im chemischen Aufbau von Molekülen an. Dies sind aber nur theoretische Erwägungen, Schliephake spricht von wahrscheinlichen kolloidalen Zustandsänderungen, die durch lokale Energieumwandlungen also auch Wärmewirkungen gekennzeichnet seien. Interessant ist eine Arbeit von Hasche und Triantaphyllides. Sie machten ausgehend von der Veränderung der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen Beobachtungen an einer Suspension von Aluminihydroxyd im Kurzwellenfeld. Sie konnten genau wie bei der S. G. der roten Blutkörperchen zunächst eine Verlangsamung der Sedimentierungsgeschwindigkeit, dann den Anfangswert und bei steigender Erwärmung eine Beschleunigung feststellen. Die anfängliche Verlangsamung entstand durch bestimmte Strömungserscheinungen in der Suspension, beobachtet am auffallenden Licht. Durch zweistündige Bestrahlung von Citratblut unter Vermeidung einer Temperaturerhöhung sahen sie keinen Einfluß auf die S. G., also keine direkte Einwirkung der Kurzwellen. Dagegen weisen sie darauf hin, daß durch die anfänglich entstehende Strömung eine Beschleunigung der Diffusion hervorgerufen wird. Nachdem der Zell- und Bakterienstoffwechsel auf Diffusionsvorgängen beruht, sehen sie hierin die Möglichkeit einer Beeinflussung von Zellen, Mikroben und Bakterien unter Ausschluß der Wärmewirkung. Sie konnten die Strömung auch bei weitem Elektrodenabstand nachweisen.

Bei der Dosierung der Kurzwellen ist man auf das subjektive Wärmegefühl der Kranken angewiesen. Voraussetzung dafür ist eine normale Wärmeempfindung, sodaß Kranke mit Nervenverletzungen, Syringomyelie, Tabes, Hysterie entweder von der Behandlung auszuschließen sind oder sehr vorsichtig behandelt werden müssen (Temperaturmessung an der Haut). Die meisten Autoren behandeln bis zu einer gerade angenehmen Wärmeempfindung. Die Behandlungszeit bewegt sich meist zwischen 10—25 Minuten. Manche beginnen besonders bei akuten Fällen vorsichtig mit 5 Minuten. Länger als 30 Minuten soll die Behandlung nicht ausgedehnt werden, außer in besonderen Fällen, die noch erwähnt werden.

Was die Schädigungen durch die Kurzwellen betrifft, haben Schliephake und andere festgestellt, daß sich bei gewissen Menschen in der Umgebung von Kurzwellensendern unangenehme

Störungen einstellen, wie Kopfziehen, starke Müdigkeit, Apathie, Unruhe, Aufgeregtheit, Angstgefühle, Pessimismus, unruhiger Schlaf und Kopfschmerzen, auch ziehende Schmerzen in Armen und Beinen. Die Beschwerden schwinden aber nach kurzer Zeit vollständig. Disponierte Personen können sich auch durch Kettenvorhänge an den Kabeln vor den Strahlen schützen.

Bei Patienten können Schädigungen durch unrichtiges Anlegen der Elektroden oder ungeeignete Elektroden hervorgerufen werden. Es kommt nämlich an vorstehenden Körperteilen wie Nase, Ohren zu Feldverdichtungen, die Verbrennungen zur Folge haben können. Die Elektroden müssen deshalb an folgenden Stellen dicht und gleichmäßig anliegen. Auch durch zu starkes Eindrücken an weichen Körperstellen wie fettreichen Bauchdecken kann es an den Rändern zu lokalen Erhitzungen kommen. Schweißbildung zwischen Elektrode und Haut muß durch Zwischenlagen von Zellstoff oder Filtrierpapier beseitigt werden. Tiefenschädigungen sind bis jetzt nur experimentell an Tieren aufgetreten. Schliephake fand Nekrosen des Unterhautzellgewebes und Spontanknochenfrakturen nach Tiefenbehandlung bei Kaninchen. Durch starke Einwirkung auf besondere Gehirnteile konnten Lähmungen und Temperaturstörungen beobachtet werden. Beim Menschen kündet sich zu starke Tiefenerwärmung durch einen Schmerz an, der dem bei einer Quetschung gleichkommt, dann muß man sofort mit der Stromstärke zurückgehen. Nach Groag und Tomberg kommen Verbrennungen nur von einer Hauttemperatur von 4 Grad an in Frage, bei großem Elektrodenabstand etwas darunter. Im allgemeinen sind die therapeutischen Dosen weit von solchen entfernt, die Schädigungen hervorrufen können.

Bevor wir auf die therapeutischen Ergebnisse der Kurzwellenbehandlung eingehen, müssen noch einige Allgemeinwirkungen besprochen werden.

Man kann beim Menschen durch Ganzdurchflutungen eine Hyperthermie mit Temperaturen bis zu 40 Grad herbeiführen. Es entsteht dabei eine aktive Hyperämie der Haut mit starker Schweißbildung; der Blutdruck sinkt, Puls- und Atemfrequenz steigen stark an. Kleine Tiere gehen im Kondensatorfeld in einigen Minuten durch Überhitzung zugrunde. Durch geringere Wärmedosen stellen sich bei Tieren nach Pflomm Wachstumsstörungen ein, mit noch

kleineren Dosen kann man aber eine Förderung erzielen. Durch örtliche Kurzwellenbehandlung kommt es zu einer lang anhaltenden Hyperämie und damit zu einer Beschleunigung des Blutstroms, was eine Besserung der örtlichen Ernährungsverhältnisse und eine Steigerung der Resorption zur Folge hat. Bei Anwendung starker Dosen sah Pflomm eine Schädigung der Blutgefäße an der Schwimmhaut des Frosches mit maximaler Erweiterung und Stase in den Kapillaren und führte dies auf eine Herabsetzung des Sympathicustonus zurück. Am Froschherz sah Pflomm einen Stillstand infolge Vagusreizes.

Die roten und weißen Blutkörperchen verhalten sich uncharakteristisch im Kondensatorfeld. Die Blutgerinnung wird gesteigert. Aciditätsbestimmungen des Blutes ergaben eine Verschiebung nach der sauren Seite.

Die schmerzstillende Wirkung der Kurzwellen führt Bier auf die entstehende Hyperämie zurück, ebenso Pflomm, der eine Vermehrung der Calciumionen an Stelle der Kaliumionen an den Nervenendigungen feststellte. Goldscheider und andere glauben an eine direkte Einwirkung auf die Nervenendigungen. Bei Behandlungen des Gehirns bei Paralytikern und Schizophrenen fand man Liquorveränderungen mit Zunahme der Albumine und der Zellzahl. Bei Kaninchen behandelten Schliephake und Straßburger die Nackengegend und erhielten schwere und lang anhaltende Temperaturstörungen. Auf Pyrifer erfolgte kein Fieberanstieg. Beim Menschen traten durch örtliche Durchflutung des Kleinhirns Abweichereaktionen des Kleinhirns auf. Man hat auch die Wirkung auf Bakterienkulturen untersucht. Schliephake, Liebesny, Wertheim, Scholz, Groag und Tomberg berichten darüber. Sie stellten fest, daß die meisten Bakterienkulturen durch Kurzwellen in ihrem Wachstum geschädigt werden. Nach Groag und Tomberg kommt es dabei auf die Feldstärke an, starke Felder wirken abtötend, schwache sogar fördernd. Schliephake behandelte künstlich erzeugte Gelenkstuberkulose bei Kaninchen mit gutem Erfolg. Nach Schliephake sind bei der Einwirkung auf Bakterien die Einflüsse auf das Serum stark mitspielend. Jedoch seien die Versuche nicht maßgebend für das Verhalten im menschlichen Körper.

Von einigen Autoren wurden Rattensarkome durch Kurzwellenbehandlung in ihrem Wachstum gehemmt. Beim Menschen konnte

man allerdings keinen Einfluß auf bösartige Geschwülste feststellen.

Nun soll kurz über die wichtigsten Anwendungsgebiete der Kurzwellentherapie berichtet und besondere Mitteilungen einiger erfahrener Ärzte zusammengefaßt werden. Allgemein ist zu sagen, daß die Kurzwellentherapie im Gegensatz zur Diathermie auch bei akuten Krankheiten Erfolge verspricht.

Jeder Kurzwellentherapeut soll über eine längere Ausbildung und Erfahrung verfügen, bevor er sie anwendet.

Schliephake hat schon früh pyogene Erkrankungen wie Furunkel und Karbunkel behandelt. Er hat beginnende Furunkel zur Aufsaugung bringen können, sonst sah er rasche Einschmelzung und Abstoßung des nekrotischen Pfropfes. Besonders hebt er die Schmerzstillung hervor. Ruhigstellung hält er nicht für notwendig. Gleicher Ansicht sind Liebesny, Stieböck, Schweitzer und andere. Dagegen sind Kowarschik, Haas und Lob anderer Meinung. Lob spricht von der Gefahr der phlegmonösen Ausbreitung des Eiterherdes durch den vermehrten Innendruck und der drohenden Allgemeininfektion. Die letzteren Autoren halten die chirurgische Behandlung für notwendig und verwenden die Kurzwellen nur zur Nachbehandlung und bei Nasen- und Oberlippenfurunkeln.

Ein häufiges Anwendungsgebiet sind die Krankheiten der peripheren Nerven, Neuralgien und Neuritiden. Kowarschik und Schliephake sahen dabei im allgemeinen gute Erfolge, Kowarschik wendet die Kurzwellen bei akuten Fällen vorsichtig an; nach ihm reagieren die chronischen besser, es trat immer Schmerzlinderung ein, wenn auch manchmal keine Heilung zu erzielen war. Bei schwerer Trigeminusneuralgie erzielte Kowarschik und Dausset nur Besserung, Lob ist in solchen Fällen für chirurgische Behandlung. Nach letzterem werden auch symptomatische Nervenschmerzen wie tabische Krisen und Schmerzen durch Druck auf Nervenstämme gut beeinflußt. Bei Ischias behandelt Kowarschik nicht zu früh. Schliephake wendet hier die Elektropyrexie erfolgreich an. Nach Hayer wurden Neuralgien stark gebessert, bei Neuritis trat nie Dauererfolg ein. Fazialisparesen behandelte Schliephake mit Erfolg. Bei Muskelrheumatismus konnte er meist durch 10—20 Durchflutungen mit Wellenlängen von 8—15 m Besserung erzielen. Lob spricht von guten Erfolgen bei Muskelzerreißungen

und Prellungen, Lumbago und Myogelosen, einige wenige Behandlungen genügten oft schon.

Ebenso häufig wendet man die Kurzwellenbehandlung bei Arthritiden an. Besonders günstig reagiert die gonorrhoische Arthritis, wie von den Autoren einstimmig berichtet wird. Hensch und Slocumb sahen bei akuten Erkrankungen in 88 % Heilung, bei chronischen in 43 % Heilung und in 29 % wesentliche Besserung. Kowarschik hat bei Polyarthritis gon. chron. einen fraglichen Erfolg, dagegen sah Pflomm sogar veränderte Knochenstrukturen wieder verschwinden.

Nach Kowarschik reagiert auch die Arthritis tuberculosa gut, bei Gelenkfungus hatte er wechselnden Erfolg, Ausheilung von Fisteln war nach Kowarschik, Haas und Lob nicht möglich. Lob sieht überhaupt bei tuberkulösen Gelenkentzündungen keine ermutigenden Erfolge, er hält die Röntgenbestrahlung und die Elektrochirurgie mehr für angebracht.

Schliephake hat bei akuten unspezifischen Monarthritiden, Periost- und Sehnenscheidenentzündungen sowie periarthritischen Prozessen gute Erfolge. Er verwendet Wellenlängen von 6—7 m, bei Arm- und Kniebehandlung hat er Elektroden von 10 cm Durchmesser, Elektrodenabstand 3 cm, beim Schultergelenk 4 cm Abstand, beim Hüftgelenk Elektroden von 15—20 cm Durchmesser, Abstand 4—5 cm. Die Behandlungsdauer ist 10—20 Minuten; die Kranken sollen ein deutliches Wärmegefühl haben. Lob konnte bei Gelenkverletzungen die Heilungsdauer abkürzen, bei alten Kapsel- und Bandverletzungen wurden die Reizergüsse rasch beseitigt. (Jorns resorptionsfördernder Einfluß der Kurzwellen). Bei chronischen Arthritiden erzielte Schliephake in zwei Drittel der Fälle Beweglichkeit und Schmerzfreiheit, die Kapselschwellung ging zurück, das Knarren blieb jedoch. Der Röntgenbefund veränderte sich nicht. Bei schwerer Arthritis deformans ist nach ihm die Wiederherstellung unmöglich, wenn bereits große Gelenkveränderungen da sind. Kowarschik erzielte durch lange und kräftige Behandlung Besserung, Hayer nicht. Lob schreibt die deformierenden Gelenkerkrankungen seien schwer beeinflußbar, die Ergüsse würden aufgesaugt. Die Periarthritis humeroscapularis reagierte günstig.

Bei Spondylarthritis und Bechterewscher Krankheit wenden Schliephake, Laqueur und Lampert die Elektropyrexie an. Schliephake geht dabei selten über 38 Grad, die beiden anderen Autoren bis 39, letztere behandeln 1—2 mal wöchentlich.

Über die Behandlung der akuten Osteomyelitis berichten Kowarschik, Schliephake und Lob. Kowarschik und Lob lehnen sie ab, Schliephake schreibt von großartigen Erfolgen im Anfangsstadium bei sehr kleinen Wellenlängen (3—4 m), Fieber und Schmerzen gingen zurück. Bei chronischen Osteomylitiden sehen Lob und Kowarschik keine Beeinflussung, Schliephake sieht nach der Behandlung verstärkte Eitersekretion und Abstoßung kleiner Sequester. Er behandelt besonders Fälle, wo die chirurgische Behandlung keine Aussicht auf Erfolg bietet. Man muß mit der Dosierung vorsichtig sein.

Auch die Erkrankungen der oberen Luftwege wurden vielfach in das Anwendungsgebiet der Kurzwellen einbezogen, obwohl dies besonders für einfache Katarrhe eine etwas kostspielige Behandlungsart ist. Schliephake sieht bei einmaliger Behandlung einer akuten Rhinitis eine wesentliche Erleichterung der Beschwerden und Abkürzung des Verlaufs. Hünermann bestätigt dies, er durchflutet 20 Minuten lang. Kowarschik und Hünermann haben bei akuter und chronischer Laryngitis guten Erfolg. Bei akutem Nebenhöhlenempyem (eitrig und serös) sieht Hünermann das Sekret dünner werden, die Entleerung wird weniger und der Kopfdruck schwindet. Bei ganz akutem Stirnhöhlenempyem wendet er 1—2 Tage lang Kälte an, dann behandelt er mit Kurzwellen. Von Ohrerkrankungen sieht er bei Ohrfurunkeln und Tubenkatarrh guten Erfolg, bei Otitis media gebietet er Vorsicht. Knocheneiterungen blieben unbeeinflußt. Groag und Schliephake konnten durch Durchflutung bei Anginen Nachkrankheiten vermeiden, Kowarschik hält die Behandlung einer einfachen Angina nicht für angebracht. Liebesny und Schliephake haben Arthritis, die von chronischer Tonsillitis ausging, durch Durchflutung der Mandelgegend beseitigt.

Von den Krankheiten der Lunge und des Rippenfells sind chronische Bronchitis (Expektorierung durch die bessere Durchblutung) und Bronchiektasen (Abnahme des Hustens und des Sputums) gut beeinflußt worden, ebenso trockene und nasse Pleu-

ritiden, Exsudate wurden rasch aufgesaugt. Auch bei Asthma bronchiale sahen einige Erfolg. Bei Tbc. pulmonum bestrahlt Kowarschik die gutartigen Fälle, allerdings spricht er von der Gefahr der Aktivierung. Schliephake sieht manchmal Erfolge mit Rückbildung im Röntgenbild. Bei verschleppten Pneumonien erzielten Kowarschik und Schliephake Entfieberung, Hayer subjektive Besserung. Schliephake und Liebesny haben viele Fälle von Lungenabszeß ohne Operation mit Kurzwellen behandelt und haben 23 Heilungen zu verzeichnen. Besonders auffallend war die Besserung des Allgemeinbefindens und Gewichtszunahme. Dieker berichtet von 16 inoperablen Fällen, von denen 15 geheilt sind, die Mehrzahl wurde resorbiert, bei einigen erfolgte Durchbruch in die Bronchien. Er sah Rückgang des Fiebers, das Allgemeinbefinden wurde gebessert. Er behandelte 6 Wochen lang mit großen Elektroden, 4 cm Hautabstand und großer Energie (6 m Wellenlänge) (Ultra Pandoros v. Siemens), wöchentlich mindestens 4 mal bei gerade leichter Wärmeempfindung (große Tiefenwirkung). Kowarschik, Lob und Hayer glauben, daß die Operation nicht zu umgehen ist.

Schliephake sieht auch bei Behandlung des Pleuraempyems Absinken des Fiebers und Resorption des Exsudats, Lob ist zuerst für chirurgische Behandlung, Hayer sah keine Besserung (er gibt an, daß sein Apparat unter 10 m Wellenlänge nicht mehr über genügende Energie verfügte). Es scheint, daß besonders für tiefliegende eitrige Prozesse die Anwendung kurzer Wellenlängen mit großer Energie notwendig ist (leistungsfähige Apparate).

Von den Krankheiten des Herzens und der Gefäße sind besonders die Krankheiten gut zu beeinflussen, die auf Gefäßkrämpfen beruhen, dagegen sprechen organische Gefäßerkrankungen wie fortgeschrittene Arteriosklerose nicht so gut an. Schliephake hat gute Erfolge bei Angina pectoris (die Zahl der Anfälle ließ nach oder verschwand). Er berichtet aber auch von resistenten Fällen. Herzneurosen konnte er mit anfänglich schwachen Feldern gut beeinflussen. Bei chronischer Endocarditis sah Kowarschik keinen Erfolg. Schliephake konnte eine schwere akute Endocarditis nach Angina heilen, auch hatte er gute Erfolge bei entzündlichen und degenerativen Erkrankungen des Myokards, wie auch bei luischer Mesaortitis. Jones verwandte bei Hypertension die Elektropyrexie,

der diastolische und systolische Blutdruck fiel nach anfänglicher Erhöhung ab, Kopfschmerzen und Schwindel ließen nach, er konstatierte eine anhaltende Besserung. Schliephake sieht bei der Hypertension subjektive Besserung ohne Abfall des Blutdrucks. Nach französischen Autoren spricht die essentielle Hypertension gut an.

Von den Gefäßerkrankungen wurden die Vasoneurosen: Claudicatio intermittens, Raynaudsche Gangrän und Acrocyanosen nach verschiedenen Autoren durch die gute Tiefenwirkung weitgehend gebessert. Bürkmann hat gute Erfolge bei Erfrierungen; bei Endarteriitis obliterans mit drohender Gangrän an den Zehen soll man die ganze Extremität behandeln (Spulenfeld am besten geeignet). Die Gangrän ist manchmal aufzuhalten, bei schon vorhandener Gangrän kommt es zu rascher Demarkation. Beim varikösen Symptomenkomplex wirken nach Schliephake und Kowarschik nur große Energien (große Platten). Man muß sich mit der Erwärmung allerdings langsam einschleichen, da sonst ein Gefäßkrampf entsteht, auch ist die Umgebung des Ulcus mitzubehandeln. Dauerheilungen waren nur beschränkt. Ebenso wie Gefäßspasmen sind auch Spasmen im Bereich der Bauchorgane gut durch Kurzwellen beeinflußbar wie Spasmen der Gallenwege, Magen-Darmspasmen. Bei Cholecystitis, Cholangitis, Cholelithiasis und postoperativen Gallenbeschwerden werden einstimmig gute Erfolge angegeben. Mastdarmfisteln konnten nicht geheilt werden, doch nahm die Sekretion ab und die Schmerzen schwanden.

Chronische peritonitische Verwachsungsbeschwerden konnten Laqueur, Riza, Renzi und Schweitzer durch einige Sitzungen beseitigen. Schliephake und Rechou sahen bei callösen Ulzera des Magens und Duodenums gute Erfolge, nicht aber bei frischen Ulzera. Mahlo und Kowarschik sahen die Hyperacidität zurückgehen. Haas und Lob berichten von ausgezeichneter Wirkung bei frischer Peritonitis nach perforierter Appendix und nach übernähtem perforiertem Magen- und Duodenalulcus. Durch lange Behandlung bis zu 10 Stunden wurde der Leib weich und es trat eine Erholung des Kranken ein. Auch die tbc. Peritonitis konnten sie gut beeinflussen. Sie haben die Kurzwellen auch bei postoperativen Zuständen angewandt, Infiltrate in Operationsnarben verschwanden, Fisteln nach Bauchoperationen schlossen sich schnell.

Von Nierenerkrankungen konnte bei akuter Glomerulonephritis allgemein ein guter Erfolg angegeben werden. Rausch brachte den Blutdruck zum Absinken bei Nephrosklerosen. Bei Tbc. der Nieren hat Liebesny von 16 Fällen 6 geheilt. Weißenberg berichtet von guten Erfolgen bei Cystopyelitis.

Von den Krankheiten der männlichen Geschlechtsorgane wurden hauptsächlich die gonorrhoischen gut beeinflußt. Schliephake konnte paraurethrale Abszesse und Fisteln ausheilen. Bei acuter Epididymitis gonorrhoica erzielte er Schmerzstillung und Rückgang der Schwellung. Kowarschik berichtet von Erfolgen bei chronischer Prostatitis.

Über die Behandlung gynäkologischer Erkrankungen schreiben Raab, Vogt, Siedentopf und Kowarschik. Letzterer verwendet mäßige Wärme. Es wurde hauptsächlich Adnexitis und Parametritis behandelt. Er hat bei akuten Fällen öfters Verschlimmerung der Beschwerden gesehen, kontraindiziert seien für die Behandlung Blutungen, Gravidität und die Menses. Er schlägt vor, die Amenorrhoe, Sterilität und genitale Insuffizienz mit Kurzwellen zu behandeln. Gumpert hat bei der Behandlung der weiblichen Gonorrhoe überraschend günstige Erfolge. Nagell berichtet das Gegenteil. Siedentopf (Sellheim) hat mit einem Röhrensender von 6 m Wellenlänge und 300 Watt Leistung sehr gute Erfolge in der Behandlung gynäkologischer Erkrankungen. Er erzielte in allen Fällen Besserung der subjektiven Beschwerden. Der Spontanschmerz und die Druckempfindlichkeit schwanden in fast allen Fällen, der Tastbefund besserte sich deutlich. Bei gonorrhoischen Erkrankungen sah er besonders gute Erfolge. Sehr gut sprachen auch Fälle von akuter hochfieberhafter Adnexitis und Pyosalpinx an, Behandlungsdauer 10 Tage. Sofort nach der Behandlung setzte Temperaturabfall ein.

Interessant ist auch die gute Beeinflußbarkeit des Keuchhustens. K. R. v. Roques bestrahlte durchschnittlich 8 mal. Die Wirkung war ausgezeichnet, der Krampfhusten und Erbrechen ließen bald nach. Die Restbronchitis blieb bestehen.

Von der Beobachtung ausgehend, daß nach der Kurzwellenbehandlung ein starkes Ermüdungsgefühl auftritt, hat Raab Ganzdurchflutungen bei nervöser Schlaflosigkeit vorgenommen und damit guten Erfolg gehabt.

Auch bei Erkrankungen des Zentralnervensystems wurde die Kurzwellenbehandlung angewandt. Bei progressiver Paralyse machte man entsprechend der Malariatherapie die Elektropyrexie. Kowarschik betont, daß man bei letzterer die Temperatur in der Hand habe. Die Verfechter der Malariatherapie halten dagegen, daß bei natürlichem Fieber auch chemische Vorgänge im Blut therapeutisch mitspielen. Es wurden auch bei der Elektropyrexie Todesfälle mitgeteilt. Amerikanische Autoren haben Ergebnisse bei progressiver Paralyse zusammengestellt. Bei 834 Fällen erzielten sie 29 % komplette Remissionen, bei 32 % Besserungen. Besonders gut reagiert die juvenile Paralyse. Sie verwenden Temperaturen bis über 40 Grad. Im ganzen behandeln sie 10—20 mal, wöchentlich 2 mal. Bei Tabes findet man wechselnde Erfolge. Kowarschik spricht von der Besserung der lanzinierenden Schmerzen. Bei Lues cerebrospinalis werden vereinzelte Erfolge angegeben. Lawes bewies, daß durch die Kurzwellentherapie eine bessere Einwirkung des Wismut und Salvarsans eintritt. Entzündliche Erkrankungen des Zentralnervensystems wie umschriebene Meningitis und umschriebene Encephalitis haben auch Aussicht auf Erfolg, es werden vereinzelt Heilungen angegeben, auch ein Fall mit Anfällen, welche auf die Behandlung ganz ausblieben. Bei multipler Sklerose sah Neymann von seinen behandelten Fällen 44 % Besserung, die bis zu 8 Monaten anhielt. Kowarschik verwendet leichte Ganzbehandlung. Bei Polyomyelitis hatten Rechou und Auclair Erfolge. Kowarschik beschleunigte durch örtliche Behandlung des Rückenmarks die Regenerationsvorgänge.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Kurzwellentherapie eine wesentliche Bereicherung unserer therapeutischen Mittel bedeutet. Es ist jedoch anzunehmen, daß der Wirkungsmechanismus der Kurzwellen in Zukunft noch mehr ausgebaut werden wird, da ja Fragen wie die selektive Wirkung der Wellenlängen die Frage nach den spezifischen Wirkungen im Organismus, die Dosierungsfrage noch nicht gelöst sind. Eventuell wird man auch dazu übergehen, noch kleinere Wellenlängen als die bisher üblichen zu erzeugen und anzuwenden.

Für die freundliche Überlassung des Themas und die Unterstützung bei Abfassung der Arbeit gestatte ich mir, Herrn Prof. Voltz meinen besten Dank auszusprechen.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Eymer herzlich für die Übernahme des Referats.

---

## LEBENSLAUF.

Am 28. Mai 1906 in Velden a. d. Vils als Sohn des praktischen Arztes Dr. med. Hans Sturm geboren, absolvierte ich im März 1929 das Wilhelmsgymnasium in München. In München und an einigen anderen Universitäten studierte ich Medizin und machte ebenda im Herbst und Winter 1935/36 das medizinische Staatsexamen. Im praktischen Jahr arbeitete ich 5 Monate auf der inneren Abteilung des Krankenhauses l. d. I. bei Prof. Schittenhelm, dann 7 Monate an der II. gynäkologischen Universitätsklinik München. Approbiert wurde ich am 1. März 1937 in München.

Hans Sturm, Volontärarzt.

## SCHRIFTTUM.


Grober: Physikalische Therapie, 1934.

Kowarschik: Die Diathermie, 1930.

Kowarschik: Die Kurzwellentherapie, 1936.

Schliephake: Kurzwellentherapie, 1936.

Raab: Behandlung der Schlaflosigkeit mit Kurzwellen. M.M.W. 1933.

Hayer: Erfahrungen mit der Kurzwellentherapie, M.M.W. 1934.

Lob: Anzeigestellungen und Ergebnisse der Kurzwellenbehandlung in der Chirurgie, M.M.W. 1934.

Hoffmann und Schliephake: Kurzwellentherapie in der Neurologie, M.M.W. 1935.

Kowarschik: Über die selektive Wirkung der Kurzwellen. M.M.W. 1935.

Siedentopf: Erfahrungen mit der Kurzwellenbehandlung gynäkologischer Entzündungen, M.M.W. 1936.

Hasche und Triantaphyllides: Über spez. Wirkungen der Kurzwellen, M.M.W. 1935.

Haller: Gefahren der physikalischen Therapie in der Praxis. M.M.W. I 1936.

Lickint: Gefahren der physikalischen Therapie in der Praxis, M.M.W. 1936.

v. Roques: Die Kurzwellenbestrahlung bei Keuchhusten, M.M.W. 1936.

Schliephake: Über spez. Wirkungen der Kurzwellen, M.M.W. 1936.

Kowarschik, Grundlegende Fragen der Kurzwellentherapie. M.M.W. 1936.

Rayewsky und Schäfer: Physikalische Grundlagen der Ultrakurzwellentherapie, D.M.W. 1937.

Schliephake: Zur Indikation und Dosierungsfrage in der Kurzwellentherapie, D.M.W. 1937.

Dieker: Unsere Erfahrungen mit der Kurzwellenbehandlung bei Lungenabszessen, D.M.W. 1937.

Hamann: Zur Kurzwellenbehandlung von Lungenabszessen. D.M.W. 1937.

Liebesny: Zur Indikationsstellung der Kurzwellentherapie peripherer Gefäßerkrankungen, D.M.W. 1937.

Groag und Tomgerg: Hauttemperaturmessungen — ein Weg zur Klärung der Kurzwellendosierungsfrage, D.M.W. 1937.

Raab: Die künstliche Fiebererzeugung mit Kurzwellen, die Kurzwellenhyperthermie, D.M.W. 1937.

Hünemann: Zur Kurzwellenbehandlung in der Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, D.M.W. 1937.